

REMARKS

Claims 1-3, 5-10, 12-14 and 16-21 are pending. Claims 4, 8, 11, 15, 19 and 22 have been canceled. Reconsideration of the present application is respectfully requested in view of the amendment filed on February 14, 2003 (the previous amendment) and further in view of the attached declaration and the following remarks.

Claims 1-22 have been rejected either under section 102(e) or under section 103(a) using US patent 6,221,790 either alone or in combination with another patent. For the reasons discussed below, this rejection under 35 U.S.C. 102(e) should be withdrawn.

37 C.F.R. 1.131 §§ (a) and (a)(1) state in part:

(a) When any claim...is rejected, the inventor of the subject matter of the rejected claim...may submit an appropriate...declaration to establish invention of the subject matter of the rejected claim prior to the effective date of the reference...on which the rejection is based...Prior invention may not be established under this section if either:

(1) The rejection is based upon a U.S. patent...to another...which claims the same patentable invention...; See 37 C.F.R. 1.131 §§ (a), (a)(1) (2001).

The applicants have submitted a declaration under 37 C.F.R. 1.131 (Rule 131). The declaration establishes invention of the subject matter of claims 1-3, 5-7, 9 and 10 on at least September 16, 1998, the date the disclosure of the Appendix was approved by a manager at Denso, the assignee company. More specifically, the declaration establishes reduction to practice of the presently claimed subject matter in Japan, which is a WTO member country. For example, the drawings accompanying the declaration clearly show the methodology recited in the claims of the present invention.

The patent to Huang has an effective date of November 19, 1998 (the filing date). Therefore, the present declaration establishes completion of claims 1-7 and 9-11 prior to the filing date of the Huang patent.

Further, the claims of the Huang patent do not recite the same invention as that recited in the claims of the present invention. Note that independent claim 1 of the Huang patent recites growing a layer of silicon nitride on a silicon oxide film to protect the silicon oxide film. Such a protective layer is not part of the present invention.

Several of the pending claims are not included in the declaration as being invented prior to the date of the Huang patent. This is because the disclosure document of the Appendix does not mention performance of a succeeding step for manufacturing when the thickness falls within the desirable range. However, the thickness measuring steps, for which the rejection relies on the Huang patent, are disclosed in the disclosure document of the Appendix. Therefore, the Huang patent is not prior art with respect to this application and should not be applied against any of the currently pending claims.

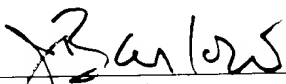
That is, because the attached Rule 131 declaration establishes reduction to practice of at least the invention of claims 1-3, 5-7, 9 and 10 on at least September 16, 1998 and because the Huang patent does not claim the same invention as the claimed subject matter of the present invention, it is respectfully requested that all the rejections relying on the Huang patent be withdrawn..

Serial No. 09/616,372

In view of the above remarks and the amendment filed on February 14, 2003, the present application is now believed to be in condition for allowance. A prompt notice to that effect is respectfully requested.

No fees are believed to be due. However, permission is given to charge any unanticipated fees to Deposit Account 50-1147.

Respectfully submitted,



James E. Barlow
Reg. No. 32,377

Posz & Bethards, PLC
11250 Roger Bacon Drive, Suite 10
Reston, VA 20190
Phone 703-707-9110
Customer No. 23400



THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: KOMURA et al.

Serial No.: 09/616,372

Filed: 7/13/2000

Title: METHOD FOR MEASURING THICKNESS
OF OXIDE FILM

Atty. Dkt.: 01-50

Art Unit: 2881

Examiner: Souw

Assistant Commissioner for Patents

Washington, DC 20231

CERTIFICATE OF HAND DELIVERY

I hereby certify that this correspondence is being hand delivered to and deposited with the USPTO at the Customer Service Window, Office of Initial Patent Examination, Crystal Plaza Building 2, Room 1B03, 2011 South Clark Place, Arlington, VA 22202 on
26 MARCH 2003.

Typed Name: JAMES E BARLOW

Signature: J E BarlowDECLARATION UNDER 37 C.F.R §1.131

Sir:

We, the undersigned, do hereby declare:

1. That we are the named inventors for the claimed subject matter of the present application, and that each of us is currently employed by DENSO CORPORATION, (hereinafter "DENSO") the Assignee of the present application.

2. That prior to the US filing date (November 19, 1998) of US patent 6,221,790 to Huang, we had completed a written disclosure of the invention disclosed and claimed in the present application. The written disclosure is attached as the Appendix to this declaration and bears a case number 99-175. The purpose of the disclosure was to initiate a domestic Japanese patent application.

3. That the 13 disclosure pages of the Appendix are known to us to be a true copy of our disclosure, which was sent to the intellectual property department of DENSO.

Serial No. 09/616,372

4. That the first page of the Appendix bears dates on which the invention was assigned to Denso by the corresponding inventors. These dates appear in a column near the upper middle of the first page. Each assignment date shares a row with the corresponding inventor. The assignment date of Atsushi Komura is 7/31/98; the assignment date of Hisato Kato is 9/15/98; and the assignment date of Hiroshi Otsuki is 9/15/98. The disclosure of the Appendix was completed prior to the dates of assignment.

5. That the first page of the Appendix bears a group of three date stamps near its top, and the center stamp of the group of three stamps shows the date (September 16, 1998) on which our manager approved the disclosure.

6. That the appended disclosure papers support at least the following subject matter:

1. A method for measuring the thickness of an oxide film, comprising:
forming an oxide film on a substrate;
measuring an exposure period from a time at which the oxide film is formed to a time at which the thickness of the oxide film is measured; and
measuring the thickness of the oxide film by irradiating the oxide film with light, in accordance with the exposure period.

2. The method of claim 1, further comprising correcting the thickness measurement of the oxide film, which is measured when the exposure period is elapsed, based on a relationship between the exposure period and the thickness of the oxide film to obtain the real thickness of the oxide film.

Serial No. 09/616,372

3. The method of claim 2, wherein the method includes correcting the measurement according to the following formula:

$$y = a \cdot \ln(t) + b$$

in which t is the exposure period from the formation of the oxide film to the measurement of the thickness, y is the thickness of the oxide film measured when the exposure period is elapsed, a is a constant determined based on atmosphere around the oxide film, and b is the real thickness of the oxide film.

5. A method for measuring a thickness of an oxide film, comprising:
forming an oxide film on a substrate;
washing a surface of the oxide film;
measuring an exposure period, which is defined from a time at which the surface of the oxide film is washed to a time at which the thickness of the oxide film is measured;
and
measuring the thickness of the oxide film by irradiating the oxide film with light in accordance with the exposure period.

6. The method of claim 5, wherein the surface of the oxide film is washed using a solution containing at least one of H_2SO_4 and HCl .

7. The method of claim 6, wherein the solution is one of a mixed solution of H_2SO_4 and H_2O_2 and a mixed solution of HCl and H_2O_2 .

Serial No. 09/616,372

9. The method of claim 5, further comprising correcting the thickness measurement of the oxide film, which is measured when the exposure period is elapsed, based on a relationship between the exposure period and the thickness of the oxide film to obtain the real thickness of the oxide film.

10. The method of claim 9, wherein the method includes correcting the measurement according to the following formula:

$$y = a \cdot \ln(t) + b$$

in which t is the exposure period from the washing of the oxide film to the measurement of the thickness, y is the thickness of the oxide film measured when the exposure period is elapsed, a is a constant determined based on the atmosphere around the oxide film, and b is the real thickness of the oxide film.

Atsushi Komura

Atsushi Komura

Engineer, DENSO CORPORATION

Dated: 3/14/2003Hisato Kato

Hisato Kato

Engineer, DENSO CORPORATION

Dated: 3/14/2003Hiroshi Otsuki

Hiroshi Otsuki

Engineer, DENSO CORPORATION

Dated: 3/14/2003

特許出願・公開技報手続申請票/譲渡証書

注) ボールペンで記入して下さい。

特許No. 53680

受付番号

99-175

〒1010 矢野町貝才産音区

※太枠内は申請部に記入下さい。

原価部門No. (知財部記入)

2160

確 認	(特許専任者) 熊手祐嗣 (知財担当者) 前川 淳	(年月日) 99/1/19 (年月日) 99/2/3
--------	------------------------------------	-------------------------------------

承認 (部長) 川 99.1.17 本	検討 (課長) 堅 98.9.16 田満	作成 (発明者) 小 98.7.31 邑
---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

本受付日

99.4.15

受付印



発明の名称

半導体装置の評価方法

譲受人:

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

株式会社デンソー

原稿作成者 譲渡人	発明者氏名: 英字 Ex) Denso Taro		所 属	TEL (外線) TEL (内線) メー ル	印 鑑	署名年月日	発 明 者 の 現 住 所
	発明者氏名: 漢字 例) 電装 太郎					職 番	
譲 渡 人	Komura Atsushi 小 邑 篤		電子開発部 開発12課	0564-56-7442 557-6315 〒7500		98年7月31日 0957764	愛知県刈谷市高倉町 67月302番地
	Kato Hisato 加藤 久登		電子開発部 開発16課	0564-56-7484 557-6315 〒7500	加藤	98年9月15日 1111126	愛知県額田郡幸田町菱池細田100 額田社宅1024号室
	Otsuki Hirachi 大槻 浩		電子開発部 開発12課	0564-56-7442 557-6315 〒7500	大槻	98年9月15日 0918802	愛知県岡崎市六名新町10-5
			部 課	- -		年 月 日	
			部 課	- -		年 月 日	
			部 課	- -		年 月 日	

本発明に関し日本及び諸外国で特許を受ける権利を貴社に譲渡致します

備考

- 申請発明に関連部署がある場合は、その部署と重要性判断等につき予め打合せ願います。また、関連部署名を右欄に記載願います。
- 発明者は実際に発明をした人のみ記載して下さい。虚偽の発明者を記載すると、特許無効となります。例えば下記の例では発明者となりませんのでご注意ください。

関連部署

部

課

- 解決すべき問題を発見。解決指示。目標設定したが、解決の具体的なアイデアは着想できなかった。
- 複数人での検討に参加したが、具体化に結びつくアイデアは着想しなかった。
- 他人の指示。助言に基づき、実験。詳細設計。実施例記載をした。

- 共願の場合、共願先の発明者については「所属」の欄に部署名、「現住所」欄に共願会社名を記入下さい。
- 総研以外の共願の場合は押印不要です。別途譲渡証書を作成します。←総研との共願の場合は押印下さい。
- 発明者氏名の中に「J」S規格外の文字があるときは、願書の発明者欄の記載は平仮名もしくは他の漢字に置き変わります。
- 事前検討会の情報を下記下さい。

<input checked="" type="checkbox"/> 事前検討していない	検討結果	知財部担当者	申請部整理No.
<input type="checkbox"/> 事前検討済 (用紙添付)	<input type="checkbox"/> 保留 <input type="checkbox"/> 国内出願のみ <input type="checkbox"/> 公開技報 <input type="checkbox"/> 外国出願要	前川	事前検討日 ____ 月 ____ 日

特許出願明細書（発明の抄録）

（※印箇所は知財部記入）

発行日

整理番号

（発明日証明用サイン欄）

（特許専任者）（年月日）

（知財担当者）（年月日）

・私はこの出願明細書及び添付された図面に記載されている発明を読み理解しました。

特許専任者、知財部員が発明日を証明するウィットネスとしてサインします

※受付番号

※社内分類

※国際分類

発明の名称

半導体装置の評価方法

知財部担当者印

※名称変更の場合

発明者氏名

Komura Atsushi

小 邑 篤

所 属

電同発部

開発課

TEL/メール

0562-56-7892

557-6315

〒 7500

※知財部書記入欄

（発明のポイント及び具体的用途）

- a. 何をどのようにしたことが新しいのか簡潔に記載して下さい。
b. 具体的用途が複数あるときは全て記載して下さい。

本発明はLSI製造工程で酸化膜（熱酸化膜、CVD-SiO₂、TEOS-SiO₂）の膜厚管理方法及び評価方法に関するものである。

酸化膜形成から膜厚測定までの放置時間に対し①近似式を用いる、②一定時間内に膜厚測定する、③酸化膜に洗浄を実施してから膜厚測定する、のどれか1つを実施することで工程管理する。

（従来技術及びその問題点）

- a. 従来技術は特許公報等の文献名（特開平〇〇〇〇号、先願No等）を挙げて記載して下さい。
b. 画期的で従来技術の無い場合には社会的ニーズを記載して下さい。
c. まだ公開されていない技術は公知技術としないで下さい。

記載例 ・従来技術として、...がある。これは、...であるが、...という問題が生じている。
・近年、...という要望がある。このため、...は既になされているが、...ということではできていない。
・...という目的で、すでに特申No. 〇〇〇（受付No. 〇〇）を出願したが、この先願では、...という理由で、...の問題があった。

LSIにおけるMOSTr.のゲート酸化膜は集積度の向上、高速化のニーズから100Å以下まで薄膜化が進んでいる。

ゲート酸化膜が薄膜化すると膜厚を高精度に測定することが求められる。

従来では、高精度に膜厚を測定するため測定装置の測定誤差から精度を高める試みがされてきた。代表的な測定方法としてはルドルフ社に代表されるエリプソの偏光解析法や、ナノメトリクスに代表されるナノスケールの光干渉法である。（*）

しかしこれらの測定器を用いて酸化膜厚を測定したところ装置の測定誤差とは考えられない現象が発生した。

即ちSiウエハに酸化膜を形成してから放置しておくで酸化膜厚が増加するという現象である。

放置時間に対して膜厚が増加してしまうと工程での膜厚管理や、設備の管理ができなくなってしまう。また測定値の信頼性が無くなってしまう。

従ってこの現象に対して、どの様に膜厚を測定すれば測定誤差を少なくすることが可能となるか新たな測定方法を考案することが必須となった。

(発明が解決しようとする課題)

a. 問題を解決するために何を課題・目的として取り組んだのか記載して下さい。

記載例

- ・本案は、... という点に着目し、... することにより上記問題点を解決するものである。
- ・上記問題点に鑑み、... という点と、... という点を兼ね備えた、... を得ることを目的とする。
- ・上記問題点は、... という原因で発生するという点に着目し、... できるようにすることを目的とする。

本発明はLSI製造工程においてエリプソ、ナノスペックといった光学系の測定装置を用いて酸化膜の膜厚管理、特に酸化膜厚が100Å以下の場合に膜厚の測定誤差を低減し精度よく酸化膜厚を測定する技術を提供するものである。

本発明を用いれば膜厚の測定誤差を低減することが可能となり数々の利点を得られる。

①、酸化膜厚の測定精度が向上する。②、酸化工程における膜厚バラツキの実力が精度よく評価できる。③、プロセスに関わる膜厚バラツキの原因解析が容易となる(特に100Å以下の膜厚で有効)。④、上記のことから膜厚バラツキをプロセスから低減していくことが可能となり、さらに薄い酸化膜についても精度よく形成することが可能となる。

(構成及び作動)

- a. 課題を達成する為の具体的な構成(形状、大きさ、素材、製造法、組付法等)を記載して下さい。
b. その構成がどのように作動(作用)して、上記課題を達成するのかを記載して下さい。
c. その作動による波及効果があれば、それも記載して下さい

記載例

- ・1は、... で、... よりなる。1は2に、... によって固定される。
- ・ステップ1は、... で、〇〇センサ2からの信号に基づき、... の演算を行う。
- ・〇〇1からの動力は、△△2を経て□□3へ伝達される。□□3は、... の作動を行う。

本発明は、酸化膜厚を高精度に測定し管理するため、酸化膜形成から膜厚測定までの放置時間と近似式によって膜厚の工程管理を行う。

本発明を発明するにいたった背景には酸化膜厚を形成してから膜厚測定するまでの放置時間で膜厚が変化(放置時間に対し増加する)するという従来に例がない現象を新たに発見したことによる。

「放置時間に対して膜厚変化する」という現象に対し我々は詳細に解析を実施した結果、酸化膜を形成してから膜厚測定までの放置時間に対して一定の関係で膜厚が増加していくことを新たに発見した。

また、放置時間によって酸化膜の膜厚が増加した状態で洗浄を実施し膜厚測定すると酸化形成直後の膜厚に戻ることも新たに発見した。

従って本発明は下記に示す3項目がポイントであり、どれか1つを実施し膜厚測定すると測定誤差を低減でき酸化膜厚の精度を大幅に向上した工程管理が可能となる。

- 1、近似式を用いて膜厚を補正し酸化膜厚を管理することを特徴とする。
- 2、酸化膜を形成してから一定時間内に膜厚の測定を行い酸化膜厚を管理することを特徴とする。
- 3、酸化膜に洗浄を実施してから膜厚の測定を行い酸化膜を管理することを特徴とする。

これらの詳細クレームを次ページに示す。

クレーム内容

【請求項1】

Si基板表面に酸化膜を形成してからの放置時間に対し酸化膜厚が増加し、この膜厚増加が近似式(関数)で表され、その近似式により膜厚を管理することを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項2】

近似式(関数)は酸化膜を形成してからの放置時間に対し膜厚の増加が対数で表されることを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項3】

酸化膜の膜厚測定は偏光解析法、光干渉法を使用することを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項4】

酸化膜は熱CVD(ウェット酸化及びドライ酸化)、常圧CVD、減圧CVD、プラズマCVDで形成した酸化膜であることを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項5】

酸化膜形成から一定時間内で膜厚測定することを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項6】

一定時間内での膜厚測定は請求項1の近似式より求められることを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項7】

酸化膜を形成してから酸化膜表面を洗浄し膜厚測定を行うことを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項8】

洗浄は酸化膜表面に付着した物質が除去できる洗浄液を使用することを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項9】

洗浄に使用する洗浄液として酸化膜表面に付着した水分、炭素が除去できる洗浄液を使用することを特徴とする膜厚管理方法。

【請求項10】

水分、炭素が除去できる洗浄液としてキャロス、SC2を使用することを特徴とする膜厚管理方法。

本発明はSiウエハに熱酸化膜(ウェット酸化)を約100 Å 形成し、酸化膜形成から膜厚測定を実施するまでの放置時間と膜厚の変化について調べた(図1)。

酸化膜厚は放置時間が長くなるにつれ増加していく。この結果より、膜厚を高精度に評価したい場合、または工程で管理を実施する場合、測定誤差を少なくするため後に示す(他の実施例1参照)近似式を用いて補正するか、または酸化膜形成から一定時間内に膜厚測定する様にすれば大幅に測定誤差を低減することができる。

また酸化膜を形成してから放置されていたウエハを精度よく測定したい場合にはキャロス、SC2の洗浄を行うと良い。

図2にキャロス、SC2の洗浄効果を示す。酸化膜を形成してから49min放置したときの酸化膜厚は約103 Å だったが16067min放置した後で膜厚を測定した時は約109 Å の膜厚であった。

109 Å になったサンプルにキャロス洗浄を行うことにより酸化膜厚が酸化直後の膜厚に戻った。この現象はSC2洗浄においても同様であった。

この結果より、キャロス、SC2の洗浄によって酸化膜を形成してから一定時間以上放置した酸化膜でも酸化直後と同じ値が得られることが確認できた。

さらにキャロスや、SC2などの洗浄を行ってもその洗浄から膜厚測定までの放置時間に対して、膜厚が増加していく。

この膜厚増加量の変化は洗浄を行わないときと同じ増加量であるため、膜厚が増加していくメカニズムは同じであると考えている。

上記のことより洗浄を行うことで酸化膜厚の膜厚を精度良く測定することは可能であるが洗浄を行っても一定時間内に膜厚測定を実施することが必要である。

酸化してからの放置時間に対し膜厚が増加するメカニズムは酸化膜表面に空気中の水分や炭素が付着することにより屈折率が微妙に変化するためと考えている。

酸化膜表面に付着した水分、炭素はH₂SO₄(キャロス中に含まれる硫酸)やHCl(SC2中に含まれる塩酸)中に溶解または反応するためキャロスやSC2を用いると元の酸化膜厚に戻ると考えられる。

従って本発明は酸化膜表面を洗浄するのにキャロス、SC2に限定するものではなく、酸化膜表面に付着した水分、炭素を除去できる洗浄液ならばどのような液を使用しても良い。

図 面

受付番号

99-175

確 認	(特許専任者)	(年月日)
	前田 裕 嗣	99/1/19
認	(知財担当者)	(年月日)
	前田 淳	99/2/3

(注) 電子出願対応のため、図の大きさは最大でも下記枠（ほぼB5サイズ以下の大きさとして下さい。下記枠内で作成できない大きな図は複数の図に分割して下さい。）

発明の名称

半導体装置の評価方法

図面の描き方

1. 定規・コンパスを用いてはつきりと描いて下さい。
2. 部分・部品にはフリーハンドの引き出し線を引き出し、1、2、3...と符号を付けるとともに主要部の名称を記入して下さい。
3. 断面にはハッチングを入れて下さい。
4. 説明上さらに図面が必要な場合は、別紙に描いて添付して下さい。
5. 一枚の中に複数の図を描くときは、縦方向に配置（横配置は不可）して下さい。
6. できるだけ大きく描いて下さい。

発明の特徴を最もよく表す代表図、ここには図1のみ図示して下さい。

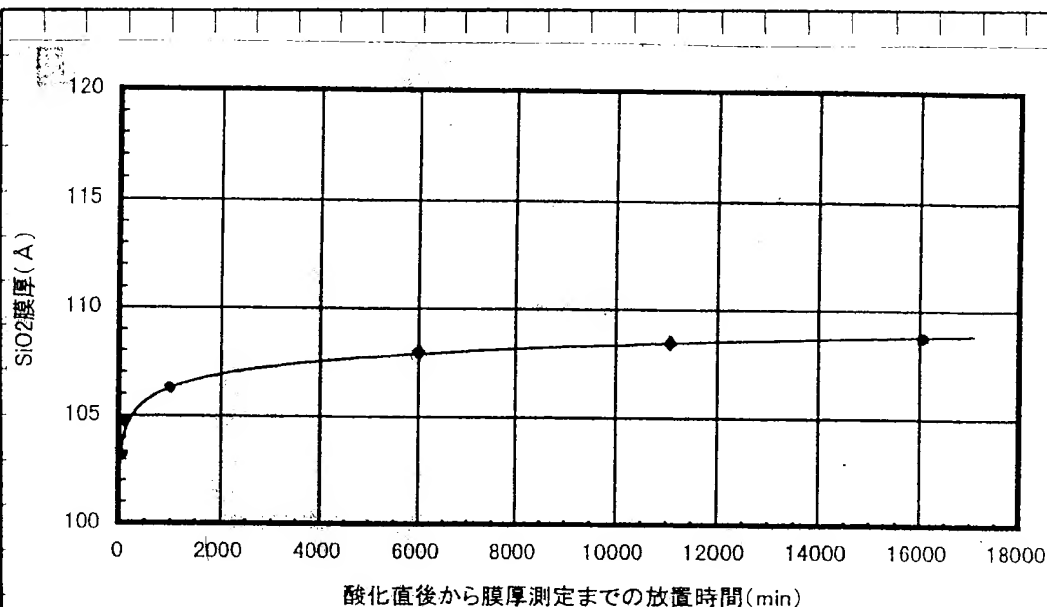


図1、酸化直後から膜厚測定までの放置時間に対する膜厚の変化

必要に応じて図2以下を図示してください。
(従来技術の説明図又は発明の補足説明図)

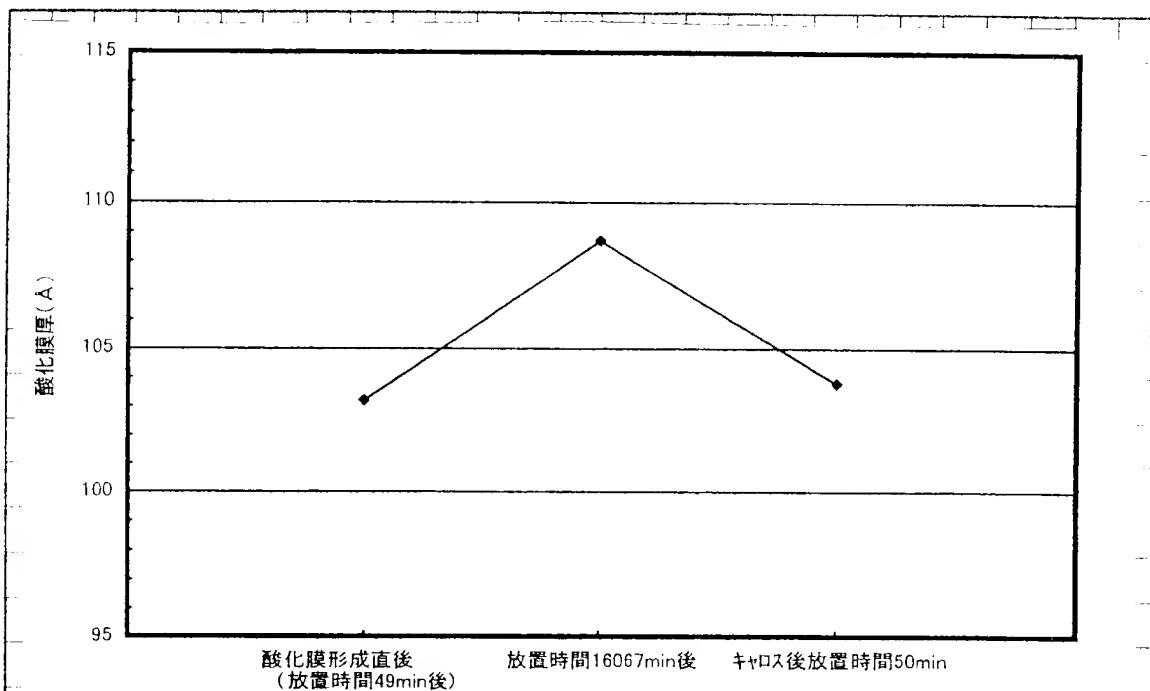


図2-1、キヤロスによる洗浄効果

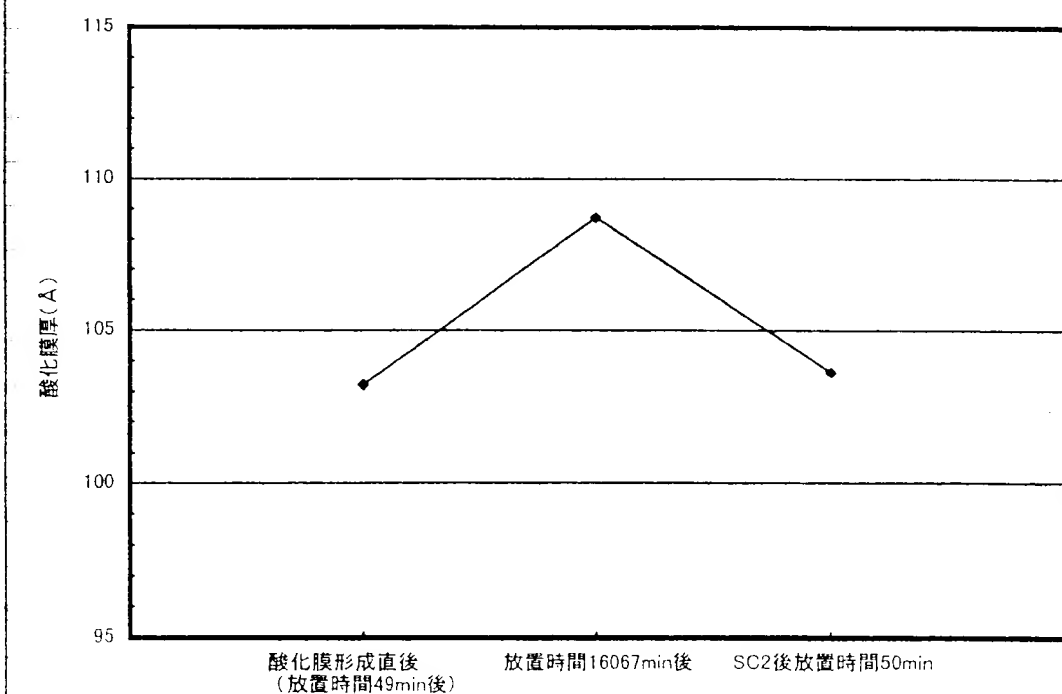


図2-2、SC2による洗浄効果

他の実施例1

酸化膜厚と放置時間に対する近似式

図1に示した膜厚の増加量は近似式で表すことができる。図1のデータより回帰曲線を求めると近似的に下記の式で表すことができる。

$$y = a \cdot \ln(t) + b$$

※ ただし $t \geq 1$

yは膜厚測定時の酸化膜厚である。a及びbは定数である。tは酸化膜を形成してから膜厚測定までに放置された時間である。

aはクリーンルーム等の雰囲気(温度、湿度等)により決まる。また、bは酸化膜形成直後(放置時間1min)の膜厚である。

ただし、この近似式では1min以下に対する時間の近似はできない。放置時間が0minの場合、 $y=0 \text{ \AA}$ であり酸化膜が存在しないことになるからである。

しかし放置時間が1min以上の場合ならば、上記の式を用いても差しつかえない。

また近似式は上記に限定するものではなく対数近似として表されるなら他の近似式を用いてもよい。

これらの近似式を用いて酸化膜厚の補正を行えばロットによって酸化膜形成から膜厚測定までの放置時間が変わっても膜厚を正確に管理することができる。

他の実施例2

酸化膜の膜厚補正

他の実施例1の近似式を用いて実際の酸化膜のバラツキを定量化した結果を図3に示す。

膜厚測定までの放置時間に対して補正しない場合は、膜厚のバラツキが大きい。この膜厚に近似式を用いて補正を行なうとバラツキが小さいことがわかる。

このように実際は酸化膜厚のバラツキが小さいにも関わらず、バラツキが大きいと判断してしまうような誤りを防止することができる。

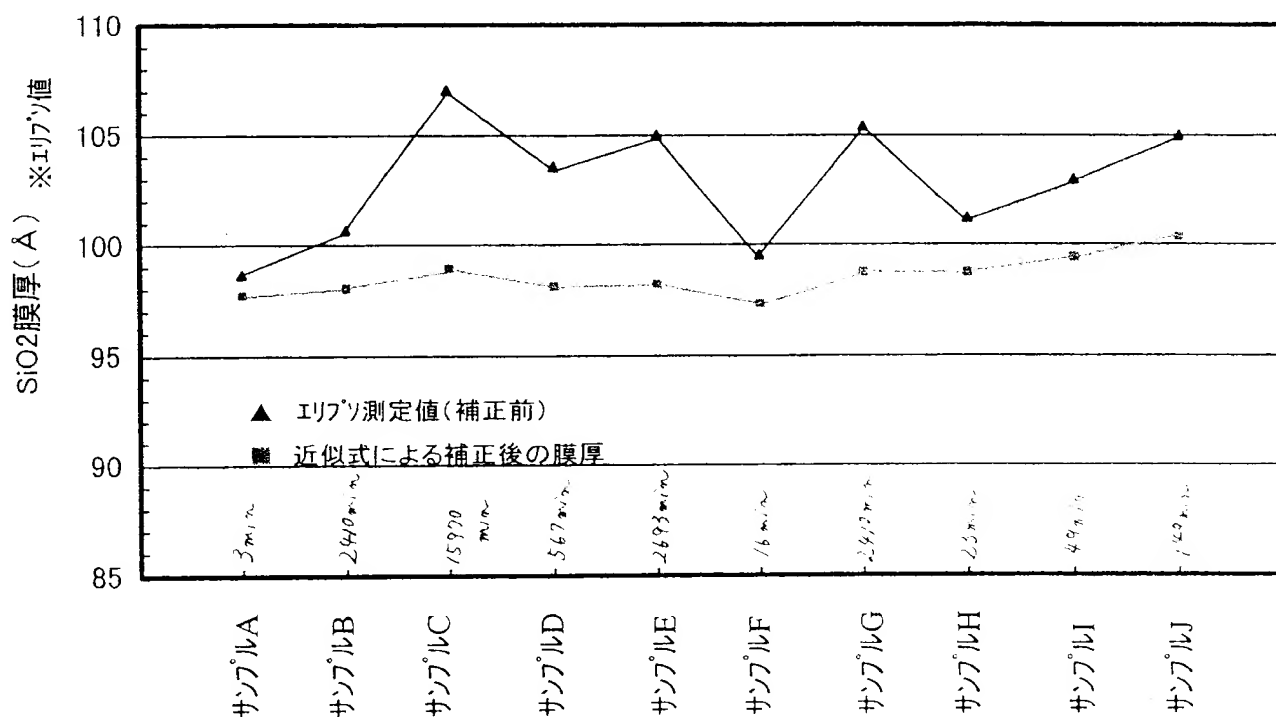


図3、近似式を用いて補正した場合のSiO₂膜厚と補正しない場合の比較

他の実施例3

補正値の信頼性

近似式を用いて補正したSiO₂膜厚が信頼できるかどうか容量からもとめたSiO₂膜厚と比較した結果を図4に示す。

容量膜厚と補正後の膜厚はよく対応しておりよく相関がとれているのがわかる。

また補正していないエリフソの値では容量膜厚と対応がとれないこともわかる。

補正値と容量膜厚で絶対値に差があるがこれは、容量からSiO₂の膜厚を求める場合の ϵ_r (比誘電率)が我々が用いたSiO₂膜のものと異なっているためと考えている。

上記の結果から我々が提唱した近似式を用いれば、SiO₂の膜厚を精度よく求めることが可能となる。

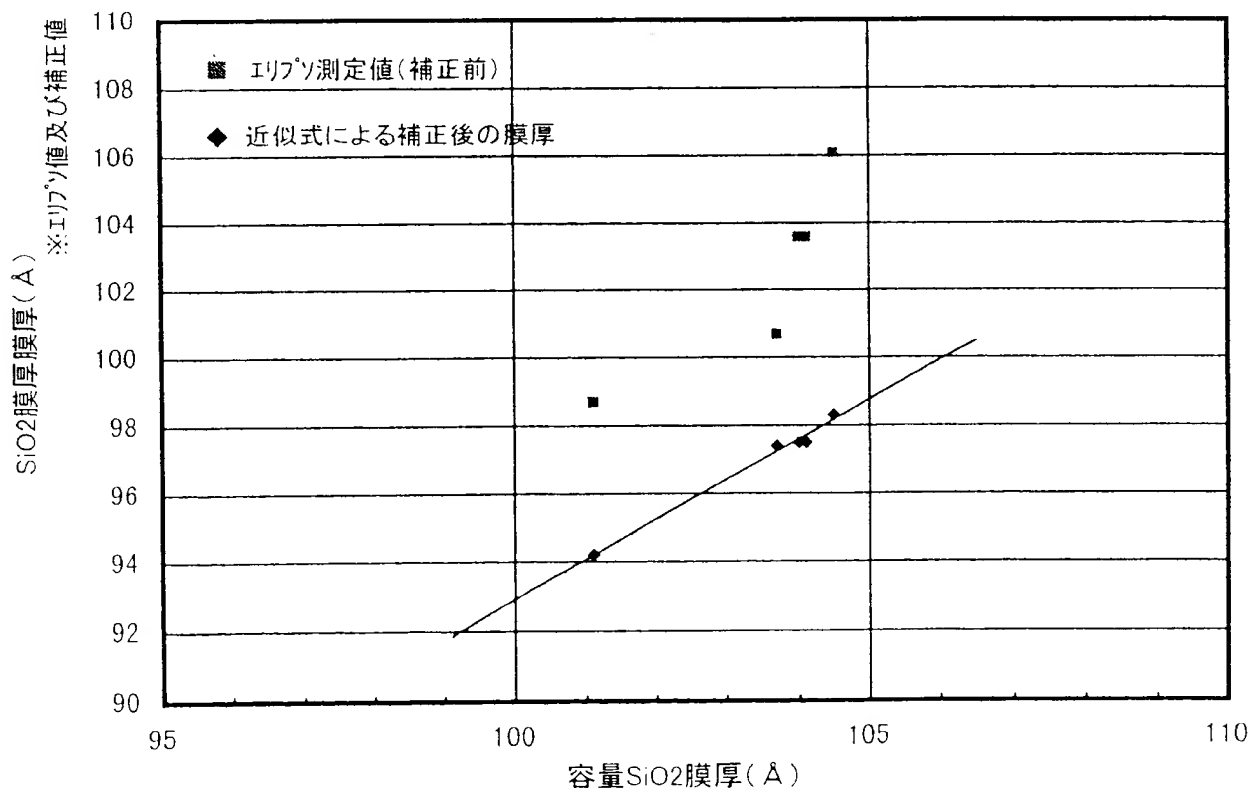


図4、容量からのSiO₂膜厚と近似式を用いて補正した膜厚との比較

他の実施例4

酸化膜形成方法の違いによる比較

酸化膜を放置しておくとも膜厚が増加する現象について酸化膜の形成方法によって発生するものかを調べた。

熱CVD法のウェット酸化(H₂O酸化)の他にドライ酸化(O₂酸化)で評価したところ、やはり同じ現象が起こった。

この事実より放置時間により酸化膜が増加する現象は酸化膜の形成方法によるものではなく、どのような方法で酸化膜を形成しても起こる現象であることが確かめられた。

従って本発明は半導体の製造に用いられる酸化膜の形成方法(熱CVD、常圧CVD、減圧CVD、プラズマCVD)によらず適用可能である。

他の実施例5

一定時間の設定

酸化膜を形成してから膜厚測定までの放置時間で膜厚が増加することから一定時間内に膜厚測定すれば測定誤差を低減した工程管理が可能となる。

一定時間内の膜厚測定は精度を求めるほど短時間で測定することが必要となる。

一定時間の規定は工程を管理する幅(規格)に対して許容できる膜厚バラツキを計算によりもとめ実施例1に示した近似式により膜厚測定するまでの許容時間を求める。

具体的には工程内のバラツキを求める場合によく用いられる2乗和の計算式より求める。

$$\sqrt{\frac{(\text{酸化膜厚のバラツキ})^2 + (\text{放置時間による膜厚変動バラツキ})^2}{2}} \leq \text{工程管理の幅 (規格の幅)}$$

上記式を満足するバラツキの幅を求め実施例1に示した近似式より一定時間を定める。

この式より求められた一定時間は最大時間を定めたものであり、この時間以内で設定するならばどの時間でも良い。